

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-142647

(43)Date of publication of application : 02.06.1995

(51)Int.Cl.

H01L 23/36  
H01L 23/373

(21)Application number : 05-306999

(71)Applicant : NEC CORP.

(22)Date of filing : 15.11.1993

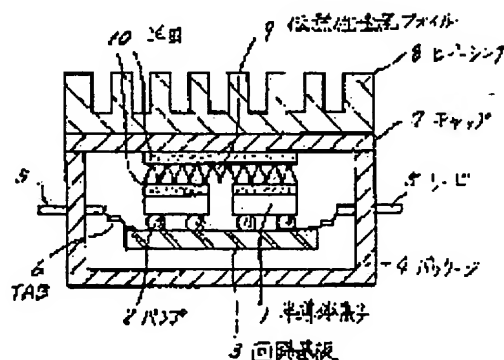
(72)Inventor : TAKAHASHI NOBUAKI

## (54) SEMICONDUCTOR DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To improve the heat radiation of the semiconductor chips contained in the package of a semiconductor device, and also to improve the reliability by alleviating the thermal stress against the semiconductor chips.

**CONSTITUTION:** The semiconductor chips 1, which are mounted on the circuit substrate 3 installed in a package 4, and the cap 7 provided on the package 4 are connected by the heat transfer metal foil 9 which is formed into a flexible form. The heat transfer metal foil is obtained by forming a heat transfer thin metal sheet into wave form, and its crest part and the valley part are connected to the semiconductor chips 1 and the cap 7. The heat generated by the semiconductor chips 1 is transferred to the cap 7 and the heat sink 8 through the intermediary of the heat transfer metal foil 9. Also, thermal stress is absorbed by the flexibility of the heat transfer metal foil 9, and the breakage of the semiconductor element can be prevented.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

29.03.1994

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2570605

[Date of registration] 24.10.1996

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-142647

(43) 公開日 平成7年(1995)6月2日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 23/36

23/373

H 0 1 L 23/ 36

D

M

審査請求 有 請求項の数 4 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平5-306999

(22) 出願日

平成5年(1993)11月15日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 高橋 信明

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

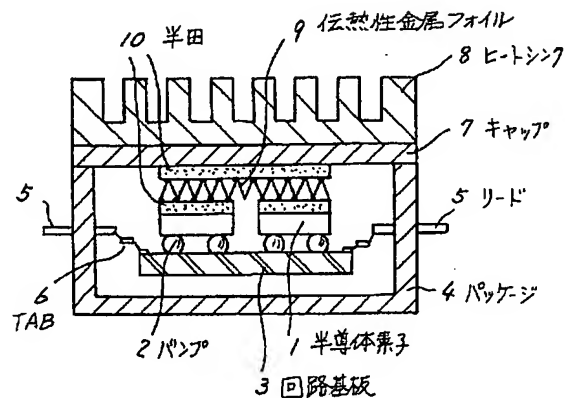
(74) 代理人 弁理士 鈴木 章夫

(54) 【発明の名称】 半導体装置

(57) 【要約】

【目的】 半導体装置のパッケージ内に内装する半導体素子の放熱性を改善するとともに、半導体素子に対する熱応力を緩和して信頼性を改善する。

【構成】 パッケージ4内に内装された回路基板3に搭載された半導体素子1と、パッケージ4に設けられるキャップ7とを、柔軟な形状に加工された伝熱性金属フォイル9により接続する。伝熱性金属フォイルは、高熱伝導性の薄い金属板を波形状に加工し、その山部と谷部を半導体素子1とキャップ7に接続する。半導体素子1で発生された熱は伝熱性金属フォイル9を介してキャップ7およびヒートシンク8に伝達される。また、伝熱性金属フォイル9の柔軟性により熱応力を吸収し、半導体素子における破損を防止する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体素子を回路基板に搭載してパッケージ内に封止し、このパッケージに設けた放熱板と前記半導体素子とを熱的に接続して半導体素子の放熱を行うように構成した半導体装置において、前記半導体素子と放熱板とを柔軟な形状に加工された伝熱性金属フォイルにより接続したことを特徴とする半導体装置。

【請求項2】 伝熱性金属フォイルは、高熱伝導性の薄い金属板を波形状に加工し、その山部を半導体素子または放熱板の一方に接続し、谷部を他方に接続してなる請求項1の半導体装置。

【請求項3】 伝熱性金属フォイルは、波形状の山部または谷部の幅方向の一部には、波の連続方向に沿って切溝を形成してなる請求項2の半導体装置。

【請求項4】 伝熱性金属フォイルは、AlおよびAl合金、あるいはCuおよびCu合金で形成され、半導体素子と放熱板にそれぞれ半田で接続してなる請求項2または3の半導体装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は半導体装置の実装構造に関し、特に回路基板に搭載した半導体素子の放熱性を改善した半導体装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来の半導体装置、特にマルチチップモジュールでは、図6のように、回路基板23上に複数個の半導体素子21をバンプ22を用いたフリップチップ接続法等により搭載し、これをパッケージ24内に内装しキャップ27で封止している。また、回路基板23はパッケージ24に設けたリード25に金属ワイヤ26で電気接続される。そして、この半導体素子21の放熱性を高めるために、半導体素子21の裏面にキャップ27を直接或いは間接的に接続し、半導体素子21で発生した熱をキャップ27に設けたヒートシンク28を介して放熱させる構成が取られている。しかしながら、このような構造では、半導体素子21とキャップ27やヒートシンク28との熱膨張係数の相違により、熱履歴を受けたときに半導体素子21とキャップ27やヒートシンク28との間に熱応力が生じ、半導体素子21の接続部22の接続不良が生じたり、半導体素子21自体に割れが発生する等の問題が生じる。

【0003】 このため、従来では熱応力を緩和する構造が提案されており、例えば、特開昭63-287038号公報に記載されているものを図7に示す。この構造は、多層配線基板33上にLSIチップ31を半田32により搭載し、これを熱伝導性の良い銅等で形成したキャップ37内に内装し、かつその上でLSIチップ31の裏面に、高熱伝導板34を接着し、かつこの高熱伝導板34とキャップ37とを金属繊維からなる柔軟性を有する熱伝導体35を用いて接続した構成がとられてい

る。36は多層配線基板とキャップとを接続する金属ペローズである。

【0004】 この構造では、LSIチップ31とキャップ37とを高熱伝導板34及び金属繊維からなる熱伝導体35で接合していることにより、LSIチップ31で発生した熱を高熱伝導板34及び熱伝導体35を介してキャップ37に伝達させ、このキャップ37から放熱させることで高い放熱性を得ている。また、熱伝導体35を構成する金属繊維は柔軟性を有しているので、LSIチップ31とキャップ37との間に熱膨張率の違いにより生じる熱応力を吸収し、或いは緩和し、LSIチップ31の接続部32の不良発生やLSIチップ31の割れを防止することができる効果を得ることができる。なお、金属ペローズ36は、金属薄板を部分的に積層接合して組立てたものであり、半田接合時に生じるキャップ37と配線基板33の相対的な変位に対応して、両者間での応力を吸収し、或いは緩和することが可能である。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、この従来の半導体装置では、LSIチップ31とキャップ37の間に設けている金属繊維からなる熱伝導体35は、高い柔軟性を得るためには金属繊維に細いものを用い、かつ各繊維間の間隔を広くとらなければならないので、結果的に熱伝導体としての有効面積が小さくなり、熱抵抗が高くなって放熱性の効果が小さなものとなる。逆に、高い放熱性を得るために、金属繊維に太いものを用い、或いは繊維間の間隔を狭くして熱抵抗の低減すると、熱伝導体としての剛性が大きくなり、結果的に高い柔軟性を得るのは困難になり、LSIチップに生じる熱応力の緩和効果が低下される。また、金属繊維間はある間隔を持たせなければならない、しかも長さを揃える必要があるため、熱伝導体の作製プロセスが複雑になり、製造コストが高くなるという問題もある。本発明の目的は、半導体素子の放熱性を改善するとともに、半導体素子に対する熱応力を緩和することを可能にした半導体装置を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明の半導体装置は、パッケージ内に内装された半導体素子と、このパッケージに設けられた放熱板とを柔軟な形状に加工された伝熱性金属フォイルにより接続した構成とする。ここで、伝熱性金属フォイルは、高熱伝導性の薄い金属板を波形状に加工し、その山部を半導体素子または放熱板の一方に接続し、谷部を他方に接続する。また、伝熱性金属フォイルは、波形状の山部または谷部の幅方向の一部には、波の連続方向に沿って切溝を形成することが好ましい。

## 【0007】

【作用】 本発明によれば、伝熱性金属フォイルは、高い伝熱性と柔軟性を有しているため、半導体素子で発生した熱を効率良く放熱板に伝達して放熱するとともに、半

## 3

導体素子と放熱板との間に生じる熱応力をその柔軟性により緩和して半導体素子における接続不良や破損等を防止する。特に、伝熱性金属フォイルを、波形状とし、山部または谷部を半導体素子と放熱板に接続することで、広い接触面積を得て、伝熱効果を高めることが可能となり、かつ波形状により柔軟性を得ることができる。更に、波形状の伝熱性金属フォイルに切溝を設けることで、縦横方向の柔軟性を向上することが可能となる。

## 【0008】

【実施例】次に、本発明について図面を参照して説明する。図1は本発明の実施例1の半導体装置の断面図である。半導体素子1はシリコン等の半導体基板にトランジスタ等の能動素子や、抵抗等の受動素子を形成した半導体チップとして構成されており、その表面に設けた電極パッドに形成したパンプ2により回路基板3にフリップチップ接続法で搭載されている。パンプ2は、例えば、 $p b / s n = 95 / 5 w t . \%$ 半田で構成される。また、回路基板3は半導体素子1を構成する材料に近い熱膨張率を有する材料で構成されている。そして、この半導体素子1を搭載した回路基板3はパッケージ4内に内装され、パッケージ4に支持されたリード5に電気接続される。この電気接続に際しては、ここではTAB（テープ・オートメテッド・ボンディング）6を用いており、これにより回路基板3はパッケージ4内においてTAB6により懸架された状態で支持される。そして、前記パッケージ4の上部の開口部にコパール等の金属で形成されたキャップ7を半田（ $p b / s n = 37 / 63 w t . \%$ ）により接続し、内部を封止する。また、キャップ7の外側面にはA1等からなるヒートシンク8を接続している。

【0009】一方、前記半導体素子1とキャップ7との間には、A1およびA1系合金、またはCuおよびCu系合金で形成された薄板を波形状に加工した伝熱性金属フォイル9を接着する。図2は前記伝熱性金属フォイル9を示す図であり、図2（a）は平面図、図2（b）はそのA部の拡大斜視図である。伝熱性金属フォイル9は前記した素材の金属薄板をプレス加工法等によりその長辺方向に沿って波が進行される波形状に形成する。また、短辺方向の複数箇所（ここでは2箇所）には、山の頂部を短辺方向に分離する切溝9aを長辺方向に向けて延長形成している。例えば、金属フォイル9の厚さは20～100 $\mu m$ 程度、波形状に加工後の山と山、および谷と谷のピッチは0.5～2mm程度、高さは0.5～2mm程度である。

【0010】そして、谷の部分で半導体素子1の裏面に半田10で接続し、山の部分をキャップの内面に半田10で接続している。この場合、金属フォイル9の材料としてA1等の $p b / s n$ 半田で直接接着することが困難な材料を用いる場合は、接着する山と谷の部分、あるいは全面にCu等の $p b / s n$ 半田と直接接着可能な金属

## 4

をクラッド法等を用いて形成しておけば良い。また、波形状の山の部分には、必ずしも角度が付いている必要がなく、丸みが付いていても良い。また、この実施例では、一つの伝熱性金属フォイル9が回路基板3に搭載されている複数の半導体素子1の全てにわたって形成されているが、それぞれ独立した複数の伝熱性フォイルを各半導体素子に接続してもよい。

【0011】この構成によれば、伝熱性金属フォイル9は波形状に加工されており、かつその波形状方向に切溝9aが形成されているため、その長辺方向及び短辺方向の柔軟性に優れている。そのため、熱履歴によって生じるパッケージキャップ7と半導体素子1との間の熱膨張差による熱応力を伝熱性金属フォイル9によって吸収し、緩和することができる。その結果、半導体素子1と回路基板3の熱膨張差は影響なくなり、パンプ2における接続不良の発生を回避することができる。また、これと同時に伝熱性金属フォイル9は熱伝導率の高い金属材料で形成されており、かつ半導体素子1やキャップ7とは波形状の谷部や山部の広い面積で接続されているため、全体の熱抵抗が低くなり、半導体素子1で発生した熱を効率良くキャップ7に伝熱させ、更にヒートシンク8から放熱させることができ、半導体装置としての放熱性を向上することができる。

【0012】一例として10mm $\square$ の1チップの放熱における熱抵抗を示す。図3は熱抵抗計算に使用したモデル図であり、図3（a）は図7に示した構造の場合、図3（b）は本発明の実施例1の構造の場合をそれぞれ示す。簡単のため、接着剤等は省略して考える。本発明の場合、伝熱性金属フォイル9の材料をCu（熱伝導率395W/m $\cdot$ k）とし、フォイル厚を50 $\mu m$ 、加工後の波形状ピッチを1mm、高さを1mmとすると、熱抵抗は0.28k/Wが得られる。この熱抵抗と同等の熱抵抗を従来技術で得る場合、熱伝導率35の金属繊維の材料をCuとし、太さを50 $\mu m$ とすると、10mm $\square$ の領域内に約150 $\mu m$ の狭いピッチで4600本もの繊維を設けなければならない、柔軟性が低下されて熱応力の緩和効果が低下されるとともに、その作製が非常に困難になり、かつ高コストになってしまう。

【0013】図4は、本発明の実施例2の断面図であり、実施例1と同一部分には同一符号を付してある。この実施例では、パッケージ4の開口部を封止するキャップを省略しており、開口部にはヒートシンク8を直接接続して封止を行っている。そして、半導体素子1の裏面とヒートシンク8の内面とをA1およびA1系合金、またはCuおよびCu系合金からなる伝熱性金属フォイル9で接続している。この構成によれば、前記実施例1と同様に放熱効果と熱応力緩和効果の両方の効果が得られるのは勿論であるが、ここではキャップが省略されていることにより半導体素子1とヒートシンク8間の熱抵抗を更に低下することが可能であり、放熱性をより向上す

5

ることができる。また、キャップ7を取付ける工程が削減されるのでコストが低下できる。

【0014】図5は本発明の実施例3の断面図である。この実施例では半導体素子1を搭載した回路基板3をシリコン樹脂等の接着剤11によりパッケージ8の内底面に接着して固定し、半導体素子1とインナーリード5とをAuワイヤ12により接続する。また、パッケージ4の開口部はヒートシンク8で直接封止する。そして、半導体素子1の裏面とヒートシンク8の内面とを伝熱性金属

10 15】この構成によれば、実施例2と同様に伝熱性金属フォイル9により半導体素子1の放熱効果を高め、かつ熱応力を緩和する効果を得ることができる。また、回路基板3をパッケージ4に直接固定しているので、振動に対する強度が増加でき、また、回路基板3とインナーリード5を金属ワイヤ12で接続しているのでTABが不要となり、更なる低コスト化が可能となる。また、伝熱性フォイル9に高熱伝導率で柔軟性の優れた樹脂13を充填しているので、振動に対する強度が増加するとともに、半導体素子1とヒートシンク8との間の熱伝達経路の断面積が増加でき、熱抵抗を更に低下することができる。なお、実施例3においては、実施例1のようにキャップを設けた構造としても良い。また、伝熱性フォイルに充填する樹脂は、フォイルの表面に所要厚さで塗布した構成としてもよい。

【0016】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、パッケージ内に内装された半導体素子と放熱板とを柔軟な形状に加工された高伝熱性の伝熱性金属フォイルにより接続しているため、半導体素子で発生した熱を効率良く放熱板

6

に伝達して放熱することができるとともに、半導体素子と放熱板との間に生じる熱応力をその柔軟性により緩和して半導体素子における接続不良や破損等を防止することができる効果がある。また、伝熱性金属フォイルは、高熱伝導性の薄い金属板を波形状に加工し、その山部を半導体素子または放熱板の一方に接続し、谷部を他方に接続しているため、半導体素子と放熱板の間に広い接触面積を得て、伝熱効果を高めることが可能となる。更に、伝熱性金属フォイルに切溝を形成することで、縦横方向の柔軟性を向上することが可能となり、熱応力の緩和ないし吸収効果を高めることができる。また、本発明の伝熱性金属フォイルは、作製が容易であり、パッケージへのアセンブリも容易であるため製造コストを低くすることができる効果もある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1の断面図である。

【図2】伝熱性フォイルを示す図であり、(a)は平面図、(b)はA部の拡大斜視図である。

【図3】実施例1の効果を説明するための模式図である。

【図4】本発明の実施例2の断面図である。

【図5】本発明の実施例3の断面図である。

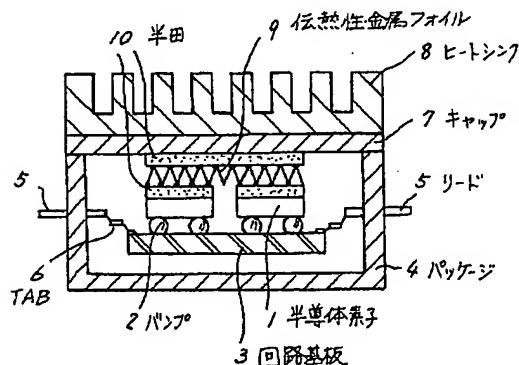
【図6】従来の半導体装置の一例の断面図である。

【図7】改善された従来の半導体装置の断面図である。

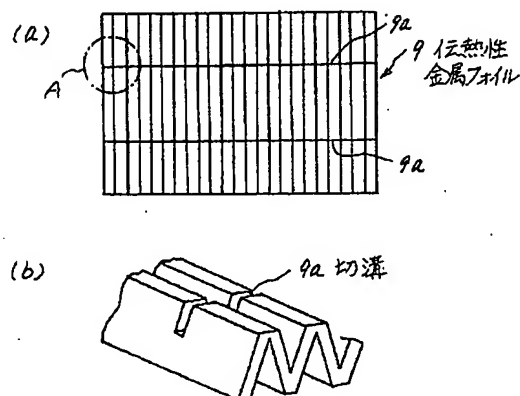
【符号の説明】

- 1 半導体素子
- 3 回路基板
- 4 パッケージ
- 7 キャップ
- 8 ヒートシンク
- 9 伝熱性金属フォイル
- 13 高熱伝導率で柔軟な樹脂

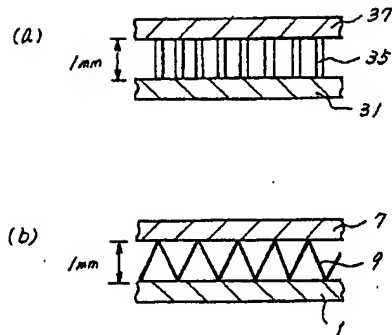
【図1】



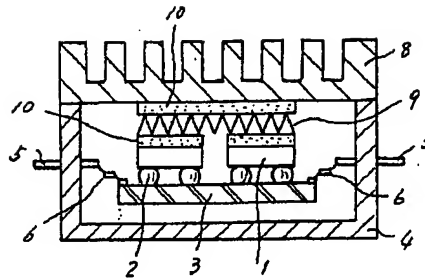
【図2】



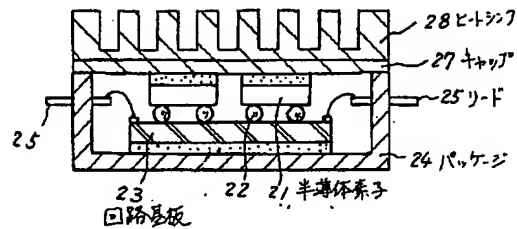
【図 3】



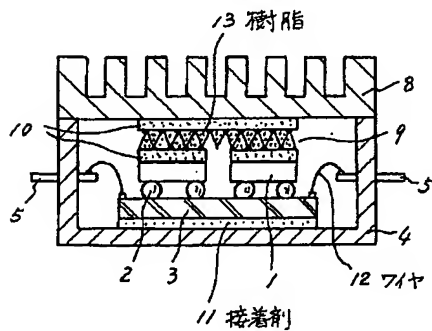
【図 4】



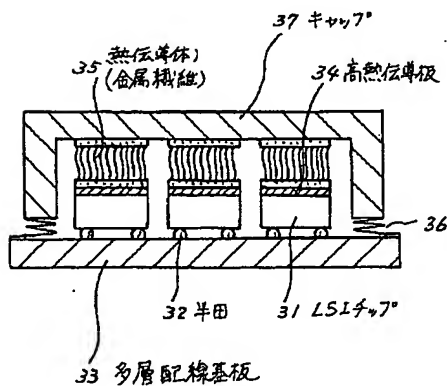
【図 6】



【図 5】



【図 7】



## 【手続補正書】

【提出日】平成 6 年 9 月 22 日

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】半導体装置

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体素子を回路基板に搭載してパッケージ内に封止し、このパッケージに設けたキャップあるいはヒートシンクと前記半導体素子とを熱的に接続して半導体素子の放熱を行うように構成した半導体装置において、前記半導体素子とキャップあるいはヒートシンクとを柔軟な形状に加工された伝熱性金属フォイルにより接続したことを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】 伝熱性金属フォイルは、高熱伝導性の薄い金属板を波形状に加工し、その山部を半導体素子または放熱板の一方に接続し、谷部を他方に接続してなる請求項 1 の半導体装置。

【請求項 3】 伝熱性金属フォイルは、波形状の山部または谷部の幅方向の一部には、波の連続方向に沿って切溝を形成してなる請求項 2 の半導体装置。

【請求項 4】 伝熱性金属フォイルは、Al および Al 合金、あるいは Cu および Cu 合金で形成され、半導体素子と放熱板にそれぞれ半田で接続してなる請求項 2 または 3 の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は半導体装置の実装構造に関し、特に回路基板に搭載した半導体素子の放熱性を改善した半導体装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の半導体装置、特にマルチチップモジュールでは、図 6 のように、回路基板 23 上に複数個の半導体素子 21 をバンパ 22 を用いたフリップチップ接続法等により搭載し、これをパッケージ 24 内に内装しキャップ 27 で封止している。また、回路基板 23 はパッケージ 24 に設けたリード 25 に金属ワイヤ 26 で電気接続される。そして、この半導体素子 21 の放熱性を高めるために、半導体素子 21 の裏面にキャップ 27 を直接或いは間接的に接続し、半導体素子 21 で発生した熱をキャップ 27 に設けたヒートシンク 28 を介して放熱させる構成が取られている。しかしながら、このような構造では、半導体素子 21 とキャップ 27 やヒートシンク 28 との熱膨張係数の相違により、熱履歴を受けたときに半導体素子 21 とキャップ 27 やヒートシンク 28 との間に熱応力が生じ、半導体素子 21 の接続部 22 の接続不良が生じたり、半導体素子 21 自体に割れが発生する等の問題が生じる。

【0003】 このため、従来では熱応力を緩和する構造が提案されており、例えば、特開昭 63-287038 号公報に記載されているものを図 7 に示す。この構造は、多層配線基板 33 上に LSI チップ 31 を半田 32 により搭載し、これを熱伝導性の良い銅等で形成したキャップ 37 内に内装し、かつその上で LSI チップ 31 の裏面に、高熱伝導板 34 を接着し、かつこの高熱伝導板 34 とキャップ 37 とを金属繊維からなる柔軟性を有する熱伝導体 35 を用いて接続した構成がとられている。36 は多層配線基板とキャップとを接続する金属ベローズである。

【0004】 この構造では、LSI チップ 31 とキャップ 37 とを高熱伝導板 34 及び金属繊維からなる熱伝導体 35 で接合していることにより、LSI チップ 31 で発生した熱を高熱伝導板 34 及び熱伝導体 35 を介してキャップ 37 に伝達させ、このキャップ 37 から放熱さ

せることで高い放熱性を得ている。また、熱伝導体 35 を構成する金属繊維は柔軟性を有しているため、LSI チップ 31 とキャップ 37 との間に熱膨張率の違いにより生じる熱応力を吸収し、或いは緩和し、LSI チップ 31 の接続部 32 の不良発生や LSI チップ 31 の割れを防止することができる効果を得ることができる。なお、金属ベローズ 36 は、金属薄板を部分的に積層接合して組立てたものであり、半田接合時に生じるキャップ 37 と配線基板 33 の相対的な変位に対応して、両者間での応力を吸収し、或いは緩和することが可能である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、この従来の半導体装置では、LSI チップ 31 とキャップ 37 の間に設けている金属繊維からなる熱伝導体 35 は、高い柔軟性を得るためには金属繊維に細いものを用い、かつ各繊維間の間隔を広くとらなければならないので、結果的に熱伝導体としての有効面積が小さくなり、熱抵抗が高くなって放熱性の効果が小さなものとなる。逆に、高い放熱性を得るために、金属繊維に太いものを用い、或いは繊維間の間隔を狭くして熱抵抗の低減すると、熱伝導体としての剛性が大きくなり、結果的に高い柔軟性を得るのは困難になり、LSI チップに生じる熱応力の緩和効果が低下される。また、金属繊維間はある間隔を持たせなければならず、しかも長さを揃える必要があるため、熱伝導体の作製プロセスが複雑になり、製造コストが高くなるという問題もある。本発明の目的は、半導体素子の放熱性を改善するとともに、半導体素子に対する熱応力を緩和することを可能にした半導体装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明の半導体装置は、パッケージ内に内装された半導体素子と、このパッケージに設けられたキャップあるいはヒートシンクとを柔軟な形状に加工された伝熱性金属フォイルにより接続した構成とする。ここで、伝熱性金属フォイルは、高熱伝導性の薄い金属板を波形状に加工し、その山部を半導体素子またはキャップあるいはヒートシンクの一方に接続し、谷部を他方に接続する。また、伝熱性金属フォイルは、波形状の山部または谷部の幅方向の一部には、波の連続方向に沿って切溝を形成することが好ましい。

【0007】

【作用】 本発明によれば、伝熱性金属フォイルは、高い伝熱性と柔軟性を有しているため、半導体素子で発生した熱を効率良く放熱板に伝達して放熱するとともに、半導体素子とキャップあるいはヒートシンクとの間に生じる熱応力をその柔軟性により緩和して半導体素子における接続不良や破損等を防止する。特に、伝熱性金属フォイルを、波形状とし、山部または谷部を半導体素子とキャップあるいはヒートシンクに接続することで、山と山あるいは谷と谷のピッチを狭くすれば広い接触面積が得



られ、伝熱効果を高めることが可能となり、かつ波形状により柔軟性を得ることができる。更に、波形状の伝熱性金属フォイルに切溝を設けることで、縦横方向の柔軟性を向上することが可能となる。

#### 【0008】

【実施例】次に、本発明について図面を参照して説明する。図1は本発明の実施例1の半導体装置の断面図である。半導体素子1はシリコン等の半導体基板にトランジスタ等の能動素子や、抵抗等の受動素子を形成した半導体チップとして構成されており、その表面に設けた電極パッドに形成したパンプ2により回路基板3にフリップチップ接続法で搭載されている。パンプ2は、例えば、 $Pb/Sn=95/5wt. \%$ 半田で構成される。また、回路基板3は半導体素子1を構成する材料に近い熱膨張率を有する材料で構成されている。そして、この半導体素子1を搭載した回路基板3はパッケージ4内に内装され、パッケージ4に支持されたリード5に電気接続される。この電気接続に際しては、ここではTAB（テープ・オートメテッド・ボンディング）6を用いており、これにより回路基板3はパッケージ4内においてTAB6により懸架された状態で支持される。そして、前記パッケージ4の上部の開口部にコパール等の金属で形成されたキャップ7を半田（ $Pb/Sn=37/63wt. \%$ ）により接続し、内部を封止する。また、キャップ7の外側面にはA1等からなるヒートシンク8を接続している。

【0009】一方、前記半導体素子1とキャップ7との間には、A1およびA1系合金、またはCuおよびCu系合金で形成された薄板を波形状に加工した伝熱性金属フォイル9を接着する。図2は前記伝熱性金属フォイル9を示す図であり、図2(a)は平面図、図2(b)はそのA部の拡大斜視図である。伝熱性金属フォイル9は前記した素材の金属薄板をプレス加工法等によりその一方の辺方向に沿って波が進行される波形状に形成する。また、他方の辺方向の複数箇所（ここでは2箇所）には、山の頂部を他方の辺方向に分離する切溝9aを一方の辺方向に向けて延長形成している。例えば、金属フォイル9の厚さは20～100 $\mu m$ 程度、波形状に加工後の山と山、および谷と谷のピッチは0.5～2mm程度、高さは0.5～2mm程度である。

【0010】そして、谷の部分半導体素子1の裏面に半田10で接続し、山の部分をキャップの内面に半田10で接続している。この場合、金属フォイル9の材料としてA1等の $Pb/Sn$ 半田で直接接着することが困難な材料を用いる場合は、接着する山と谷の部分、あるいは全面にCu等の $Pb/Sn$ 半田と直接接着可能な金属をクラッド法等を用いて形成しておけば良い。また、波形状の山の部分には、必ずしも角度が付いている必要がなく、丸みが付いていても良い。また、この実施例では、一つの伝熱性金属フォイル9が回路基板3に搭載さ

れている複数の半導体素子1の全てにわたって形成されているが、それぞれ独立した複数の伝熱性フォイルを各半導体素子に接続してもよい。

【0011】この構成によれば、伝熱性金属フォイル9は波形状に加工されており、かつその波形状方向に切溝9aが形成されているため、その他方の辺方向及び一方の辺方向の柔軟性に優れている。そのため、熱履歴によって生じるパッケージキャップ7と半導体素子1との間の熱膨張差による熱応力を伝熱性金属フォイル9によって吸収し、緩和することができる。その結果、半導体素子1と回路基板3の熱膨張差は影響なくなり、パンプ2における接続不良の発生を回避することができる。また、これと同時に伝熱性金属フォイル9は熱伝導率の高い金属材料で形成されており、かつ半導体素子1やキャップ7とは波形状の谷部や山部の広い面積で接続されているため、全体の熱抵抗が低くなり、半導体素子1で発生した熱を効率良くキャップ7に伝熱させ、更にヒートシンク8から放熱させることができ、半導体装置としての放熱性を向上することができる。

【0012】一例として10mm $\square$ の1チップの放熱における熱抵抗を示す。図3は熱抵抗計算に使用したモデル図であり、図3(a)は図7に示した構造の場合、図3(b)は本発明の実施例1の構造の場合をそれぞれ示す。簡単のため、接着剤等は省略して考える。本発明の場合、伝熱性金属フォイル9の材料をCu（熱伝導率395W/m $\cdot$ K）とし、フォイル厚を50 $\mu m$ 、加工後の波形状ピッチを1mm、高さを1mmとすると、熱抵抗は0.28K/Wが得られる。この熱抵抗と同等の熱抵抗を従来技術で得る場合、熱伝導率35の金属繊維の材料をCuとし、太さを50 $\mu m$ とすると、10mm $\square$ の領域内に約150 $\mu m$ の狭いピッチで4600本もの繊維を設けなければならない、柔軟性が低下されて熱応力の緩和効果が低下されるとともに、その作製が非常に困難になり、かつ高コストになってしまう。

【0013】図4は、本発明の実施例2の断面図であり、実施例1と同一部分には同一符号を付してある。この実施例では、パッケージ4の開口部を封止するキャップを省略しており、開口部にはヒートシンク8を直接接続して封止を行っている。そして、半導体素子1の裏面とヒートシンク8の内面とをA1およびA1系合金、またはCuおよびCu系合金からなる伝熱性金属フォイル9で接続している。この構造によれば、前記実施例1と同様に放熱効果と熱応力緩和効果の両方の効果が得られるのは勿論であるが、ここではキャップが省略されていることにより半導体素子1とヒートシンク8間の熱抵抗を更に低下することが可能であり、放熱性をより向上することができる。また、キャップ7を取付ける工程が削減されるのでコストが低下できる。

【0014】図5は本発明の実施例3の断面図である。この実施例では半導体素子1を搭載した回路基板3をシ

リコン樹脂等の接着剤 11 によりパッケージ 8 の内底面に接着して固定し、半導体素子 1 とインナーリード 5 とを Au ワイヤ 12 により接続する。また、パッケージ 4 の開口部はヒートシンク 8 で直接封止する。そして、半導体素子 1 の裏面とヒートシンク 8 の内面とを伝熱性金属フォイル 9 で接続する。そして、ここでは伝熱性金属フォイル 9 の山と山の間、或いは谷と谷の間の各凹み部分には高熱伝導率で柔軟性の優れた樹脂 13 を充填させている。

【0015】この構成によれば、実施例 2 と同様に伝熱性金属フォイル 9 により半導体素子 1 の放熱効果を高め、かつ熱応力を緩和する効果を得ることができる。また、回路基板 3 をパッケージ 4 に直接固定しているので、振動に対する強度が増加でき、また、回路基板 3 とインナーリード 5 を金属ワイヤ 12 で接続しているので TAB が不要となり、更なる低コスト化が可能となる。また、伝熱性フォイル 9 に高熱伝導率で柔軟性の優れた樹脂 13 を充填しているので、振動に対する強度が増加するとともに、半導体素子 1 とヒートシンク 8 との間の熱伝達経路の断面積が増加でき、熱抵抗を更に低下することができる。なお、実施例 3 においては、実施例 1 のようにキャップを設けた構造としても良い。また、伝熱性フォイルに充填する樹脂は、フォイルの表面に所要厚さで塗布した構成としてもよい。

#### 【0016】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、パッケージ内に内装された半導体素子とキャップあるいはヒートシンクとを柔軟な形状に加工された高伝熱性の伝熱性金属フォイルにより接続しているので、半導体素子で発生した熱を効率良くキャップあるいはヒートシンクに伝達して放熱することができるとともに、半導体素子とキャップあるいはヒートシンクとの間に生じる熱応力をその柔軟性により緩和して半導体素子における接続不良や破損等を防止することができる効果がある。また、伝熱性金属フォイルは、高熱伝導性の薄い金属板を波形状に加工し、その山部を半導体素子またはキャップあるいはヒートシンクの一方に接続し、谷部を他方に接続しているので、山と山あるいは谷と谷のピッチを狭くすれば、半

導体素子とキャップあるいはヒートシンクの間に広い接触面積を得ることができ、伝熱効果を高めることが可能となる。更に、伝熱性金属フォイルに切溝を形成することで、縦横方向の柔軟性を向上することが可能となり、熱応力の緩和ないし吸収効果を高めることができる。また、本発明の伝熱性金属フォイルは、作製が容易であり、パッケージへのアセンブリも容易であるので製造コストを低くすることができる効果もある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施例 1 の断面図である。

【図 2】伝熱性フォイルを示す図であり、(a) は平面図、(b) は A 部の拡大斜視図である。

【図 3】実施例 1 の効果を説明するための模式図である。

【図 4】本発明の実施例 2 の断面図である。

【図 5】本発明の実施例 3 の断面図である。

【図 6】従来の半導体装置の一例の断面図である。

【図 7】改善された従来の半導体装置の断面図である。

#### 【符号の説明】

- 1 半導体素子
- 3 回路基板
- 4 パッケージ
- 7 キャップ
- 8 ヒートシンク
- 9 伝熱性金属フォイル
- 13 高熱伝導率で柔軟な樹脂

#### 【手続補正 2】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 6

【補正方法】変更

【補正内容】

【図 6】

